

DERWENT-ACC-NO: 1997-229150  
DERWENT-WEEK: 199721  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Narrow band optical coupler with round dielectric resonator - has tangential input and output waveguides whose input field around core excites equatorial whispering gallery modes in resonator

INVENTOR: DUBREUIL, N; HAROCHE, S ; KNIGHT, J C ; LEFEVRE, S V ; RAIMOND, J M ; SANDOGHDAR, V

PATENT-ASSIGNEE: FRANCE TELECOM[ETFR]

PRIORITY-DATA: 1995FR-0011264 (September 26, 1995)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES
MAIN-IPC			
FR 2739195 A1	March 28, 1997	N/A	018
006/26			G02B

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
FR 2739195A1	N/A	1995FR-0011264	September
26, 1995			

INT-CL\_(IPC): G02B006/26

ABSTRACTED-PUB-NO: FR 2739195A

BASIC-ABSTRACT: The waveguides (1, 2) have a scraped or unravelled region where they are tangential to the resonator (3) or alternatively the output waveguide may end at a point tangential with the resonator. The resonator is a silica microsphere and the fibres are fixed to it.

The resonant frequency may be tuned. The path of the light which propagates to the surface may be disturbed to alter the phase; the resonator may be heated to change its refractive index and size; the input waveguide may send a supplementary light beam at another resonant frequency to give heating; the resonator may be mechanically deformed by the piezoelectric effect.

ADVANTAGE - Easy manipulation, easily used in optical fibres.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/5

TITLE-TERMS:

NARROW BAND OPTICAL COUPLE ROUND DIELECTRIC RESONANCE TANGENT INPUT OUTPUT WAVEGUIDE INPUT FIELD CORE EXCITATION EQUATOR GALLERY MODE RESONANCE

DERWENT-CLASS: P81 V07

EPI-CODES: V07-G11; V07-K03;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1997-139425

CLIPPEDIMAGE= FR002739195A1  
PUB-NO: FR002739195A1  
DOCUMENT-IDENTIFIER: FR 2739195 A1  
TITLE: TITLE DATA NOT AVAILABLE  
PUBN-DATE: March 28, 1997  
INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KNIGHT, JONATHAN CAVE  
DUBREUIL, NICOLAS  
SANDOGHDAR, VAHID  
LEFEVRE, SEGUIN VALERIE  
RAIMOND, JEAN MICHEL  
HAROCHE, SERGE

COUNTRY

N/A  
N/A  
N/A  
N/A  
N/A  
N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

FRANCE TELECOM

COUNTRY

FR

APPL-NO: FR09511264

APPL-DATE: September 26, 1995

PRIORITY-DATA: FR09511264A (September 26, 1995)

INT-CL (IPC): G02B006/26

EUR-CL (EPC): G02B006/28; G02B006/34

ABSTRACT:

ABSTRACT DATA NOT AVAILABLE

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 739 195

(21) N° d'enregistrement national : 95 11264

(51) Int Cl<sup>6</sup> : G 02 B 6/26

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 26.09.95.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 28.03.97 Bulletin 97/13.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : FRANCE TELECOM  
ETABLISSEMENT PUBLIC — FR.

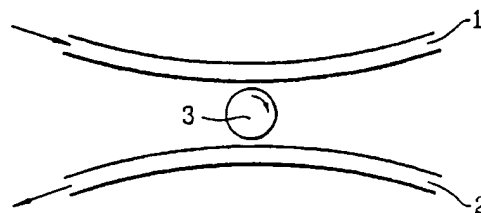
(72) Inventeur(s) : KNIGHT JONATHAN CAVE,  
DUBREUIL NICOLAS, SANDOGHDAR VAHID,  
LEFEVRE SEGUIN VALERIE, RAIMOND JEAN  
MICHEL et HAROCHE SERGE.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : REGIMBEAU.

(54) COUPLEUR OPTIQUE A BANDE ETROITE UTILISANT L'EXCITATION DES MODES DE GALERIE D'UN  
ELEMENT RESONATEUR DIELECTRIQUE DE FORME DE REVOLUTION.

(57) Coupleur à bande étroite comportant un élément résonateur (3) de forme de révolution en un matériau diélectrique, ainsi qu'un guide d'onde d'entrée (1) tangent à cet élément résonateur (3), le champ évanescent qui se propage au voisinage du cœur de ce guide d'onde (1) excitant les modes de galerie de l'élément résonateur (3), caractérisé en ce qu'il comporte un deuxième guide d'onde (2) s'étendant tangentiellement à l'élément résonateur (3), de l'autre côté du premier guide d'onde (1), ce deuxième guide d'onde (2) constituant un guide d'onde de sortie recevant la lumière se propageant à la surface dudit élément résonateur (3).



FR 2 739 195 - A1



La présente invention est relative à un coupleur optique à bande étroite utilisant l'excitation des modes de galerie d'un élément résonateur diélectrique de forme de révolution, tel qu'une microsphère.

5 On sait qu'une microsphère diélectrique présentant un rayon grand devant la longueur d'onde de la lumière peut être excitée selon des modes dits modes de galerie qui sont caractérisés par un fort confinement du champ lumineux dans un anneau équatorial au voisinage de la  
10 surface de la sphère. Le faisceau se propage le long de l'équateur par une série de réflexions totales imposée par la discontinuité d'indice vis à vis de l'extérieur.

De façon plus générale, les modes de galerie peuvent être excités sur tout élément en matériau  
15 diélectrique présentant une symétrie de révolution, et notamment sur un disque.

Généralement, on excite un tel micro-résonateur par un faisceau incident se propageant à la surface d'un prisme en contact avec ledit micro-résonateur.

20 On pourra à cet égard avantageusement se référer à la publication :

[1] S.P. Vyatchanin, M.L. Gorodetskii and V.S. Il'Chenko, "Tunable narrow-band optical filters with modes of the whispering gallery type", J. Appl. Spectroscopy,  
25 56, n° 2, 182-187, Fev. 1992 ;

dans laquelle il était en outre proposé de compléter un tel montage par un deuxième prisme de façon à réaliser un filtre optique à bande étroite.

De tels montages avec prisme sont toutefois d'une  
30 manipulation délicate. Les faisceaux incidents doivent en effet être orientés avec une grande précision par rapport aux prismes.

Il a récemment été proposé, notamment dans :

[2] N. Dubreuil, J. C. Knight, D. K. Leventhal, V.  
35 Sandoghdar, J. Hare and V. Lefèvre, "Eroded monomode

optical fiber for whispering-gallery mode excitation in fused-silica microspheres", Optics Letters, Vol. 20, N° 8, April 15, 1995, p. 813-815.

5 d'utiliser à la place d'un prisme une fibre optique monomode érodée et d'exciter une microsphère de silice selon ses modes de galerie par le champ évanescent qui se propage au voisinage du coeur de cette fibre.

10 L'invention propose quant à elle un coupleur à bande étroite comportant un élément résonateur de forme de révolution en un matériau diélectrique, ainsi qu'un guide d'onde d'entrée tangent à cet élément résonateur, le champ évanescent qui se propage au voisinage du coeur de ce guide d'onde excitant les modes de galerie de l'élément résonateur, caractérisé en ce qu'il comporte un deuxième  
15 guide d'onde s'étendant tangentielllement à l'élément résonateur, de l'autre côté du premier guide d'onde, ce deuxième guide d'onde constituant un guide d'onde de sortie recevant la lumière se propageant à la surface dudit élément résonateur.

20 Un tel coupleur présente l'avantage d'être d'une manipulation aisée et de constituer un composant qui peut être facilement utilisé en optique fibrée.

En outre, un tel coupleur constitue un filtre plus sélectif qu'un coupleur à deux prismes.

25 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui suit. Cette description est purement illustrative et non limitative. Elle doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

30 - la figure 1 illustre schématiquement le principe du coupleur proposé par l'invention ;

- la figure 2 illustre le montage du coupleur de la figure 1 ;

35 - la figure 3 est une représentation schématique d'un montage possible du coupleur des figures 1 et 2 pour

l'observation des résonances de la microsphère ;

- les figures 4a et 4b sont des graphes sur lesquels on a représenté les courbes d'intensité de signal en fonction de la fréquence obtenues avec le montage de la figure 3 ;

- la figure 5a est une représentation schématique illustrant une variante de réalisation possible pour le coupleur de l'invention ;

- la figure 5b est un schéma illustrant un montage expérimental utilisant le mode de réalisation de la figure 5a.

Le coupleur illustré sur la figure 1 comporte deux fibres 1 et 2, l'une d'entrée, l'autre de sortie et une microsphère 3.

Les fibres 1 et 2 sont des fibres dont la gaine est érodée jusqu'au voisinage du coeur. Elles s'étendent parallèlement de part et d'autre de la microsphère 3, à laquelle elles sont tangentes par leurs zones érodées.

Le champ évanescent qui se propage au voisinage du coeur de la fibre d'entrée 1 excite les modes équatoriaux de la microsphère 3.

Par effet réciproque, le champ diffusé par la sphère 3 est recouplé dans la fibre érodée 2.

Parmi les fréquences présentes dans la fibre 1, seules celles qui correspondent à des résonances de la microsphère 3 se recouplent dans la fibre 2.

On a donc ainsi réalisé un coupleur à bande étroite.

La densité des résonances, ainsi que leurs fréquences, sont déterminées par la taille et l'indice de réfraction de la sphère 3, tandis que la bande passante en présence d'une seule résonance est fixée par la largeur même de cette résonance. Cette largeur dépend des pertes internes du mode (absorption essentiellement) en régime de sous-couplage et peut être inférieure au MHz.

Lorsqu'on rapproche la sphère 3 d'une des fibres 1 ou 2, on perturbe le mode excité et sa largeur augmente. Ainsi, pour des sphères ayant des diamètres compris entre 40 et 400  $\mu\text{m}$ , les largeurs des résonances observées à l'air libre peuvent varier de 1 MHz (cas où la sphère est sous couplée) jusqu'à 1 GHz, simplement en rapprochant la sphère des fibres érodées.

Le coupleur selon l'invention comporte avantageusement des moyens pour accorder sa fréquence de résonance.

Ces moyens consistent par exemple en un objet diélectrique que l'on approche de la microsphère 3 pour perturber le trajet de la lumière qui se propage à sa surface. On introduit ainsi un déphasage et par là-même un déplacement de la fréquence de résonance.

En variante, ces moyens peuvent être constitués par des moyens pour chauffer la microsphère 3, de façon à modifier son indice et sa taille. On obtient de la sorte un déplacement de fréquence de l'ordre de 2 GHz/K.

En variante encore, la température du coupleur peut être modifiée au moyen d'un faisceau lumineux annexe accordé sur une autre résonance de la sphère 3. Une fraction de la lumière de ce faisceau couplée dans la sphère 3 est transformée en chaleur et cette élévation de température permet d'accorder le filtre en un temps caractéristique proche du temps de diffusion de la chaleur sur les dimensions transversales du mode de galerie, c'est-à-dire une fraction de milliseconde.

On dispose ainsi d'un moyen de contrôle extérieur "tout optique".

En variante encore, on peut déformer le coupleur mécaniquement par exemple par appui ou étirement de ses pôles au moyen d'éléments piézo-électriques.

On va maintenant décrire la réalisation d'un tel coupleur.

Dans une première étape, on réalise deux demi-coupleurs 5, du type de celui illustré sur la figure 2, en utilisant la technique décrite dans la publication [2].

Un tel demi-coupleur 5 est constitué par l'une des  
5 deux fibres 1 ou 2 érodée et fixée sur un support 4.

Ce support 4 sert à maintenir la fibre en place pendant son érosion. Il présente un profil en V, avec un rayon de courbure adapté à la taille de la zone de couplage dans lequel la fibre, dénudée de sa gaine  
10 plastique, est collée.

Ce support 4 est préférentiellement en silice ou en alumine. Il a en effet été observé qu'à l'approche du coeur, la fibre devient particulièrement fragile, sans doute à cause des contraintes accumulées dans la zone de  
15 changement d'indice. Les supports de silice ou d'alumine permettent d'éviter les fractures observées avec des substrats en résine.

Une fois la fibre 1 ou 2 en place sur son support 4, on procède à son érosion au moyen d'un disque tournant  
20 que l'on enduit de pâte diamantée en ajoutant du lubrifiant.

L'attaque de la fibre se fait en trois passages successifs au moins, avec des abrasifs de plus en plus fins.

25 La qualité du polissage de la zone de couplage est un facteur essentiel.

Le polissage se termine avec une pâte diamantée dont le diamètre des grains est de 0,1  $\mu\text{m}$ .

Au cours de l'abrasion, la transmission de la  
30 fibre à 780 nm est mesurée en permanence et la zone de couplage est aussi surveillée directement avec un visualisateur infra-rouge.

Une fois terminés et soigneusement débarrassés de toute trace d'abrasif, les demi-coupleurs présentent des  
35 pertes en transmission inférieures à 0.05 dB. On observe



aussi que les longueurs de fibre utilisées, environ 40 cm, permettent un bon maintien de la polarisation initiale du laser d'excitation.

5 La technique qui vient d'être décrite donne des résultats reproductibles, avec un taux de réussite voisin de 80 %.

10 Les demi-coupleurs 5 ainsi réalisés sont ensuite positionnés par rapport à la microsphère 3 à l'aide de micropositionneurs de précision et de cales piézo-électriques, ces dernières permettant un ajustement avec une grande précision.

Pour permettre sa manipulation, la microsphère 3 est montée sur un bloc de cuivre 6 au moyen d'une tige 3a qui s'étend à partir d'un de ses pôles.

15 On positionne par exemple successivement chacun des demi-coupleurs 5 en optimisant le couplage entre la microsphère 3 et l'un des demi-coupleurs 5 avant d'approcher le second demi-coupleur. On peut également d'abord positionner avec précision les deux demi-coupleurs  
20 5 l'un par rapport à l'autre, puis introduire la microsphère 3 entre eux.

On notera que l'alignement de la sphère 3 dans le champ évanescent de la fibre 1 ou 2 est beaucoup plus facile à réaliser que dans le cas du couplage d'une sphère  
25 avec un prisme, puisque la fibre matérialise le trajet du faisceau d'excitation.

Il est important que le positionnement relatif de ces trois éléments soit à la fois précis et stable.

Lorsque la microsphère est en silice, son indice  
30 de réfraction est très proche de celui de la fibre. De ce fait, lorsque la distance sphère-fibre décroît, la perturbation des modes liée au couplage se traduit principalement par un déplacement de la résonance, tandis que son élargissement reste faible, ce qui permet de  
35 conserver de très bons facteurs de qualité (alors que

c'est pratiquement l'inverse qui se produit dans le cas d'un couplage microsphère-prisme, un rapprochement du prisme et de la microsphère se traduisant par un élargissement important de la résonance, pour un déplacement faible).

L'adaptation des indices de la fibre et de la sphère permet donc de conserver, au contact, des facteurs de surtension de résonance  $Q$  de  $10^3$ , avec une efficacité de couplage de 10 % environ. Ce résultat est extrêmement intéressant puisqu'il permet d'envisager des montages scellés avec un alignement permanent de la sphère contre le coupleur.

Par conséquent, il est alors possible de fixer la microsphère 3 contre les fibres d'entrée et de sortie 1 et 2 pour gagner en robustesse et en compacité.

Bien entendu, il est également possible d'envisager de monter la sphère 3 et les fibres d'entrée et de sortie 1 et 2 sur des moyens mécaniques permettant de faire varier la distance sphère-fibres pour modifier la fréquence de résonance.

On a illustré sur la figure 3 un montage avec lequel les coupleurs proposés par l'invention ont été testés.

Ce montage comporte une source laser 10 accordable et un montage Fabry Pérot 11 comportant en entrée un cristal acousto-optique 11a diffractant 50 % de la lumière dans le 1er ordre en le déplaçant fréquemment de 80 MHz, par rapport à la fréquence du faisceau incident, tandis que l'ordre "0" reste inchangé en fréquence. Ces deux faisceaux sont ensuite recombinaés et envoyés sur la fibre d'entrée 1 du coupleur.

Des photodiodes 12 et 13 sont disposés en sortie de la fibre d'entrée 1 et de la fibre de sortie 2 de ce coupleur. Les signaux en sortie de ces photodiodes 12 et 13 sont envoyés sur une unité de traitement 14.

Cette unité de traitement 14 commande le balayage en fréquence de la source 10. Lorsque l'une des fréquences se propageant dans la fibre d'entrée 1 est résonnante avec la sphère 3, il y a couplage avec la fibre 2.

5 On donne sur la figure 4a un exemple de résultats obtenus avec ce montage dans le cas d'un coupleur comportant une sphère 3 de 400  $\mu\text{m}$  de diamètre, ainsi qu'une fibre d'entrée 1 monomode et une fibre de sortie 2 multimode.

10 La courbe  $C_1$  représente le signal mesuré à la sortie de la fibre d'entrée par le détecteur 13 pour une plage de balayage de la diode laser 10 de 360 MHz.

La pente relevée sur cette courbe résulte de la modulation de la cavité laser qui introduit un léger  
15 déplacement du faisceau, changeant ainsi le couplage de la lumière dans la fibre d'entrée.

La courbe  $C_2$  montre le signal délivré par le détecteur 12 placé en bout de la fibre de sortie. Les deux pics de cette courbe illustrent l'effet de filtrage de la  
20 microsphère qui entre successivement en résonance avec les deux composantes de fréquences du champ incident.

Il a été vérifié qu'il y avait bien une correspondance unique entre ces deux pics et les deux fréquences contenues dans la fibre : en bloquant un des  
25 ordres de l'acousto-optique, un des pics disparaît, tandis que l'autre reste inchangé.

La bande passante du coupleur, dans cette configuration, est de 10 MHz, ce qui correspond à une distance entre la sphère 3 et la fibre d'entrée 1 de  
30 l'ordre de 100 nm, tandis que la fibre de sortie 2 est au contact de la microsphère 3. La transmission d'une fibre à l'autre à travers la microsphère, mesurée par le rapport entre la puissance de sortie sur le détecteur 2 et celle d'entrée, passe par un maximum de -25 dB, à résonance, et  
35 tombe en dessous de - 50 dB hors résonance.

Pour une application de filtrage, c'est une transmission suffisante.

L'efficacité du filtrage est sensible à la taille et à l'indice de réfraction de la sphère, ainsi qu'aux caractéristiques des coupleurs à fibre.

Un autre exemple de résultats est donné à la figure 4b. Le couplage a été diminué en augmentant les distances qui séparent les fibres de la sphère (approximativement 200 nm). Le facteur de qualité de la cavité résonnante est ainsi augmentée et la bande passante du filtre réduite. Les résonances de la figure 4b ont une largeur de 1 MHz, limitée en fait par la largeur spectrale de la diode laser, valeur qui peut être obtenue de manière reproductible. L'efficacité de couplage et la bande passante sont liées et peuvent être ajustées en faisant varier les distances séparant la sphère et les deux fibres.

Des résultats similaires ont été obtenus en utilisant une fibre monomode comme fibre de sortie, mais avec un peu plus de pertes totales en transmission. Ces expériences de filtrage ont aussi été reproduites avec une fibre de sortie constituée par une fibre à extrémité en pointe, telle qu'illustrée sur la figure 5a.

De façon générale, on constate que les largeurs des résonances ne descendent pas en dessous du MHz, leur largeur restant stables à cette valeur et que les efficacités de couplage obtenues sont de l'ordre de 10 %.

On utilise avantageusement le coupleur à fibre de sortie à extrémité en pointe illustré sur la figure 5a pour réaliser des mesures de cartographie en champ proche

On utilise à cet effet le montage illustré sur la figure 5b.

La fibre d'entrée 1 est montée sur un support fixe 21a, tandis que la fibre de sortie 2 est montée sur un capteur piézoélectrique 21b permettant de contrôler son

déplacement avec précision par rapport à la sphère 3.

Des détecteurs 22 et 23 sont disposés en sortie des fibres 1 et 2. Le signal en sortie du détecteur 23 est envoyé sur une unité de traitement 24, qui commande le capteur piézoélectrique 21b. Le détecteur 23 est quant à lui relié à une unité de détection synchrone 25 également reliée à des moyens intégrateurs 26. Ces moyens intégrateurs 26 sont eux-mêmes reliés à une source laser 20 dont le faisceau de sortie est envoyé sur la fibre 1.

Ces mesures de cartographie en champ proche ont permis aux inventeurs d'identifier sans ambiguïté, d'après le nombre de lobes du champ, le degré de confinement du champ lumineux au voisinage de l'équateur ainsi que la légère excentricité des résonateurs. Ce dispositif a permis de mener un travail théorique sur le couplage des modes de galerie, destiné à permettre de comprendre les détails de cette carte "en champ proche" et comment elle se transforme pour donner la distribution visible "en champ lointain". Les modes de galerie correspondent à des états propres du moment cinétique de la lumière par rapport au centre de la sphère et la distribution angulaire du champ est bien décrite pour les valeurs élevées du moment angulaire auxquelles on a affaire par les harmoniques sphériques habituelles. Ainsi des modes de moment angulaire  $l, m$  où le champ proche est réparti sur  $(l - |m| + 1)$  lobes ne donnent lieu qu'à deux tâches en champ lointain dont l'écart varie approximativement comme  $(l - |m|)^{1/2}$ .

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation et aux applications qui viennent d'être décrites.

Les guides d'onde d'entrée et de sortie peuvent prendre plusieurs formes.

Ils peuvent être constitués par une fibre érodée maintenue dans un support tel que décrit plus haut, une

fibre taillée en pointe ou une fibre effilée, les fibres en question pouvant suivant les besoins être monomodes ou multimodes.

5 En variante, ces fibres d'entrée et de sortie peuvent être remplacées par des guides d'onde planaires.

Les microsphères peuvent être réalisées en d'autres matériaux diélectriques que la silice, cette dernière permettant toutefois d'obtenir des facteurs de qualité élevés.

10 Des applications particulièrement intéressantes sont possibles avec des sphères dopées pour obtenir l'effet laser (amplification sélective ou effet laser déclenché par une longueur d'onde de pompe résonnante sur une résonance de galerie). D'autres effets non-linéaires  
15 sont aussi possibles si le matériau diélectrique utilisé pour fabriquer la microsphère présente un effet Kerr suffisant (bistabilité, génération d'harmoniques).

## REVENDECATIONS

1. Coupleur à bande étroite comportant un élément résonateur (3) de forme de révolution en un matériau diélectrique, ainsi qu'un guide d'onde d'entrée (1) tangent à cet élément résonateur (3), le champ évanescent qui se propage au voisinage du coeur de ce guide d'onde (1) excitant les modes de galerie de l'élément résonateur (3), caractérisé en ce qu'il comporte un deuxième guide d'onde (2) s'étendant tangentielllement à l'élément résonateur (3), de l'autre côté du premier guide d'onde (1), ce deuxième guide d'onde (2) constituant un guide d'onde de sortie recevant la lumière se propageant à la surface dudit élément résonateur (3).

2. Coupleur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un guide d'onde (1, 2) est une fibre présentant une zone érodée ou effilée par laquelle elle est tangente à l'élément résonateur (3).

3. Coupleur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un guide d'onde (2) est une fibre se terminant en pointe, ladite fibre s'étendant tangentielllement par rapport à l'élément résonateur (3) au niveau de son extrémité en pointe.

4. Coupleur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens pour accorder la fréquence de résonance de l'élément résonateur.

5. Coupleur selon la revendication 4, caractérisé en ce que ces moyens comprennent des moyens permettant d'approcher un élément diélectrique de l'élément résonateur (3) pour perturber le trajet de la lumière qui se propage à la surface de celui-ci.

6. Coupleur selon la revendication 4, caractérisé en ce que ces moyens comportent des moyens de chauffage de l'élément résonateur (3).

7. Coupleur selon la revendication 4, caractérisé

en ce que ces moyens comportent des moyens permettant d'envoyer dans le guide d'onde d'entrée un faisceau lumineux annexe correspondant à une autre fréquence de résonance du résonateur (3).

5           8. Coupleur selon la revendication 4, caractérisé en ce que ces moyens comportent des moyens pour déformer mécaniquement l'élément résonateur (3).

          9. Coupleur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément résonateur  
10       (3) est une microsphère de silice.

          10. Coupleur selon la revendication 9, prise en combinaison avec la revendication 2, caractérisé en ce que les guides d'onde (1, 2) sont des fibres fixées sur la microsphère (3).

15



FIG. 1

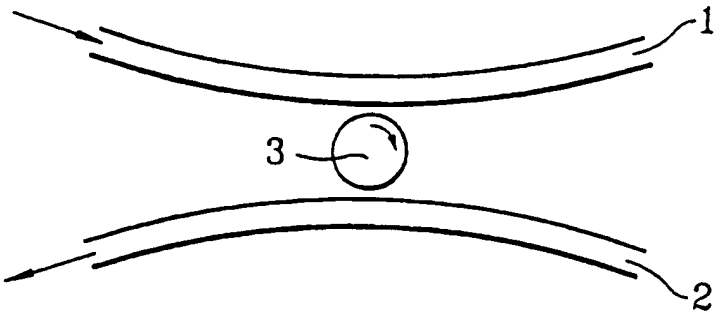
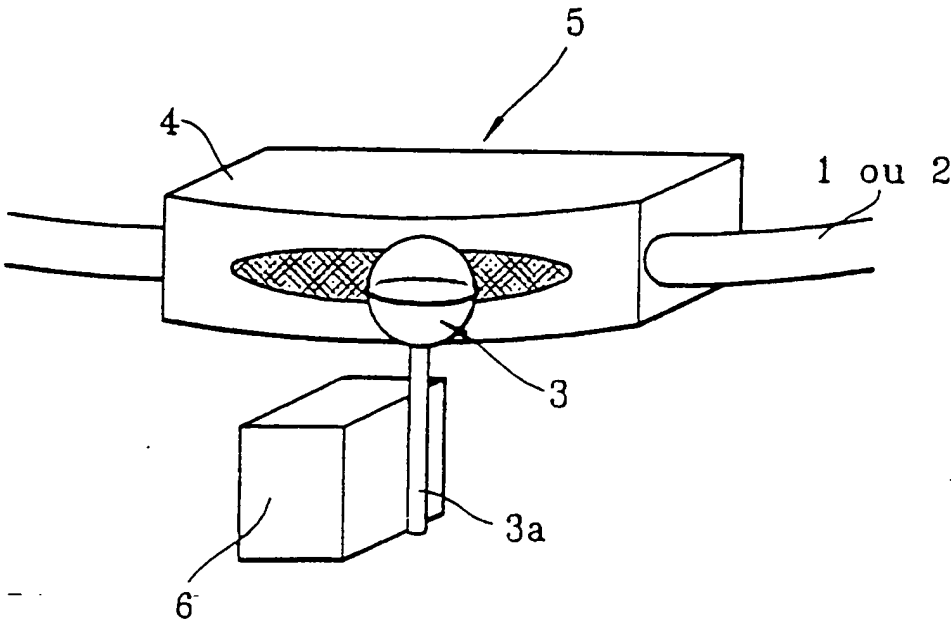


FIG. 2



2/3

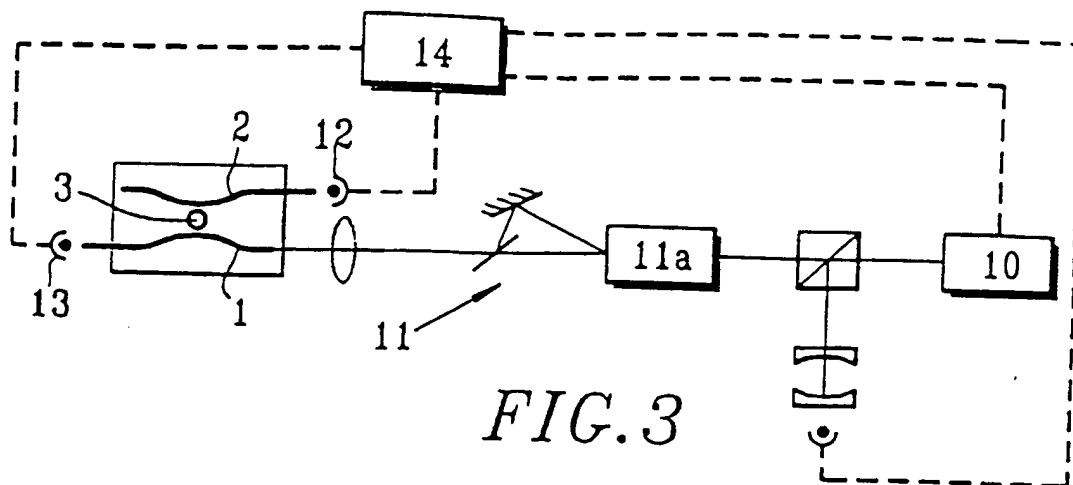


FIG. 4a

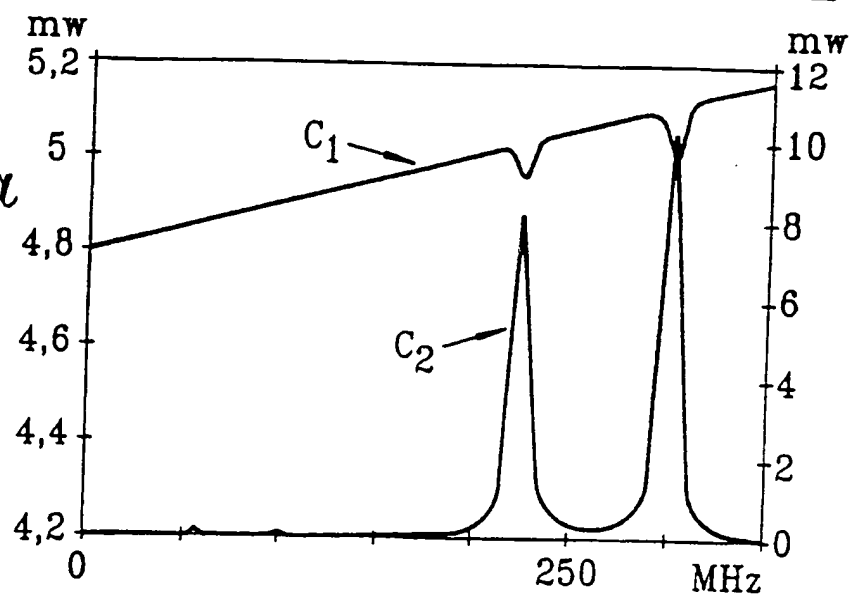
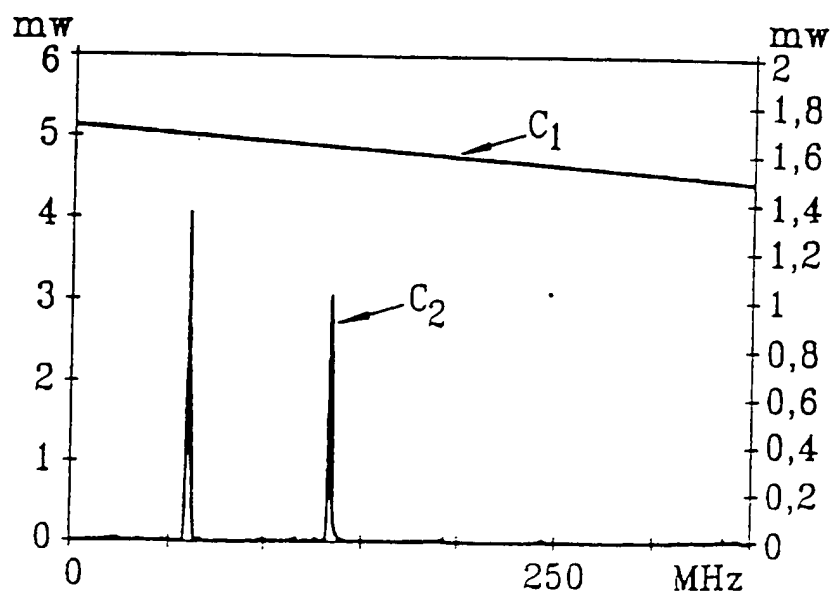
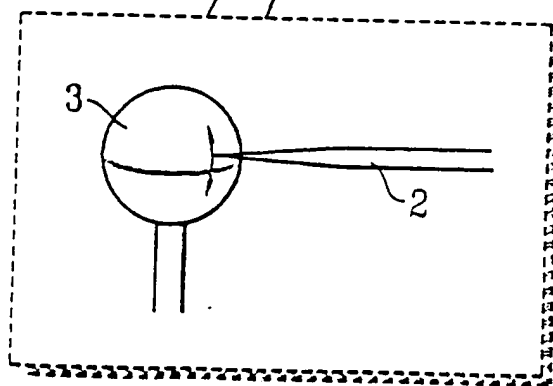
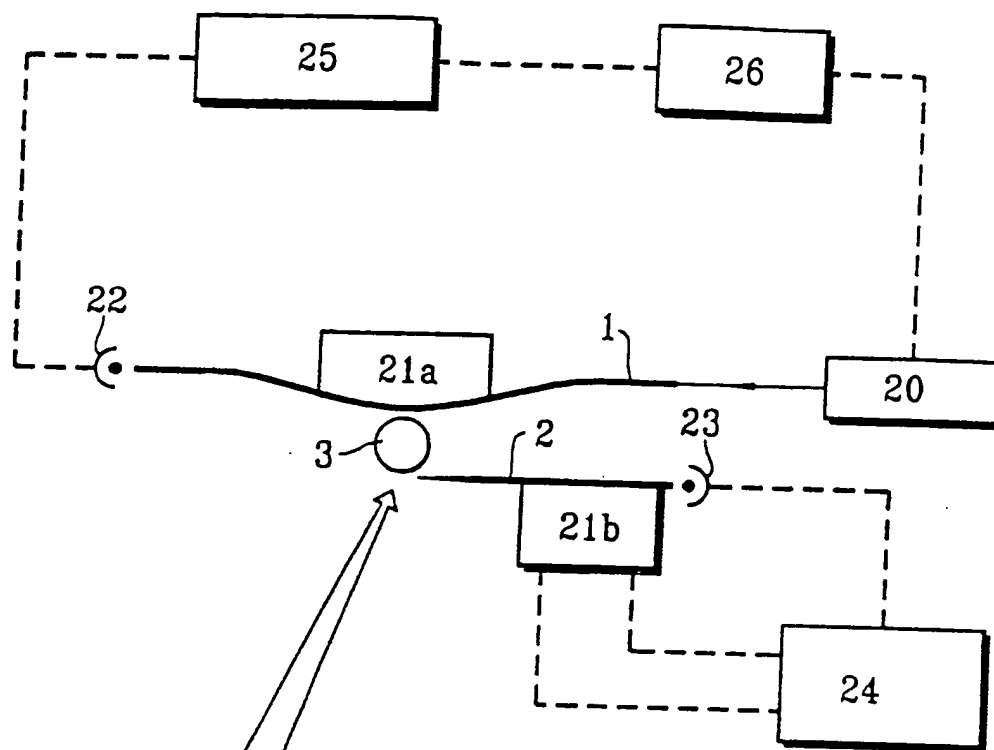


FIG. 4b



*FIG. 5b**FIG. 5a*

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y,D	OPTICS LETTERS, vol. 20, no. 8, 15 Avril 1995, pages 813-815, XP000499597 DUBREUIL N ET AL: "ERODED MONOMODE OPTICAL FIBER FOR WHISPERING-GALLERY MODE EXCITATION IN FUSED-SILICA MICROSPHERES" * le document en entier *	1,2,4,9, 10
Y	EP-A-0 296 009 (THOMSON)  * colonne 4, ligne 43 - colonne 5, ligne 14 * * figure 9 *	1,2,4,9, 10
A	FR-A-2 616 273 (THOMSON) * page 1, ligne 1 - page 2, ligne 25 * * page 9, ligne 32 - page 10, ligne 9 * * figure 10 *	1
A,D	JOURNAL OF APPLIED SPECTROSCOPY, vol. 56, no. 1, Janvier 1992, pages 182-187, XP002004200 S.P. VYATCHANIN: "TUNABLE NARROW-BAND OPTICAL FILTERS WITH MODES OF THE WHISPERING GALLERY TYPE" * le document en entier *	1
A	EP-A-0 523 285 (ANT) * figure 1 * * revendication 1 *	1
A	WO-A-89 01171 (UNIVERSITY COLLEGE LONDON) * page 12, ligne 22 - page 13, ligne 6 * * figure 6 *	1
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
29 Mai 1996		Luck, W
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		